

Publication No. JP09-229644A

Name of invention : Method and Apparatus for Inspecting Appearance

[Abstract]

[Purpose] In order to judge the state of mounting parts, after collecting the data for every category, it is necessary to extract the feature value (index) used as a judging standard, and to create an actual judging standard.

It aims at enabling it to create the judging standard based on a lot of data, uniting it for a short period of time, and optimizing an index efficiently by doing this work using a statistical work.

Solution means: An index is created using the code data obtained by inspection equipment, and the validity of the index concerned is examined by performing cluster analysis so that the degree of similar may become high within the same cluster, and the degree of similar may become low between different clusters..

This attains optimization of an index.

Further, the index created by doing in this way is used as an index of discriminant analysis, and let it be the judging standard of a quality judging.

[Claim 1] In the equipment which forms the image pick-up equipment which picturizes a inspected object, captures the image of the inspected object, and inspects the appearance, the index for classifying a object to each of the category concerned according to the category which shows the condition of the inspected object and which shows a state to be examined for every pixel is generated, the value of two or more above-mentioned indices which show the state of a object of examination from this code is calculated and the value of this index unifies and carries out the class division of the near thing. The visual-inspection method of the visual-inspection equipment characterized by searching for the distinction standard which separates between the above-mentioned categories, and inspecting the appearance of a inspected object by this distinction standard.

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the equipment which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, captures the image for inspected with this image pick-up equipment, and inspects the appearance for [ said ] inspected with this image The index for classifying an inspected object to each of the category concerned according to the category which shows the condition for inspected and which was decided beforehand is set up beforehand. When the code which constitutes the image for [ said ] inspected and which shows a condition to be examined for every pixel is generated, the value of two or more of said indexes which show the condition for [ said ] inspected from this code is calculated and the value of this index unifies and carries out the class division of the near thing The visual-inspection approach of the visual-inspection equipment characterized by searching for the distinction criteria which separate between said categories, and inspecting the appearance for inspected by these distinction criteria.

[Claim 2] In the equipment in which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, and captures the image for inspected with this image pick-up equipment, and said inspected object carries out visual inspection with this image According to the category which shows the condition to be examined decided beforehand, the index for classifying an inspected object to each of the category concerned is set up beforehand. The code which constitutes said image to be examined and which shows a condition to

be examined for every pixel is generated. When the value of two or more of said indexes which show the condition for [ said ] inspected is calculated and the value of this index for [ said ] inspected unifies and carries out the class division of the near thing from this code a cluster -- a tree -- forming -- this cluster -- searching for the distinction criteria which separate between said categories based on a tree -- said cluster -- the visual-inspection approach of the visual-inspection equipment characterized by inspecting the appearance for [ in\_which the tree was formed ] inspected.

[Claim 3] In the equipment in which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, and captures the image for inspected with this image pick-up equipment, and said inspected object carries out visual inspection with this image The category for sorting out the subject of examination which the category of an inspection result understands beforehand, and this subject of examination is followed. The index for classifying an inspected object to each of the category concerned is set up beforehand. The code which constitutes the image to be examined which the category of an inspection result understands beforehand and which shows a condition to be examined for every pixel is generated. When it considers as a criterion in quest of the value of two or more of said indexes which show the condition for [ said ] inspected and the value of this index for [ said ] inspected unifies and carries out the class division of the near thing from this code a cluster -- a tree -- forming -- this cluster -- the visual-inspection approach of the visual-inspection equipment characterized by optimizing said criterion by changing an index based on a tree until between said categories is separated completely.

[Claim 4] The visual-inspection approach of the visual-inspection equipment characterized by creating a new category by said cluster when results other than the category of said inspection result defined beforehand arise by the cluster claim 1 term, the 2nd term, or given in 3 terms.

[Claim 5] The visual-inspection approach of the visual-inspection equipment characterized by making these into the same category by said cluster when it cannot distinguish in the category of said inspection result defined beforehand by the cluster claim 1 term, the

2nd term, or given in 3 terms.

[Claim 6] In the equipment in which forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object, and captures the image for inspected with this image pick-up equipment, and said inspected object carries out visual inspection with this image The image pick-up equipment formed in the space which meets the side of an inspected substrate to be examined, and the light source annularly arranged two or more steps at the core of this image pick-up equipment, Switch the lighting by this light source for every stage, irradiate towards a field to be examined, and the reflected light of a field to be examined is incorporated with said image pick-up equipment. An include-angle code data generation means to generate the include-angle code data corresponding to the include angle of the front face of said inspected substrate to be examined for every pixel by the brightness ratio, An index value creation means to create the value of the index which shows the condition of a front face to be examined from the include-angle code data for every pixel from this include-angle code data generation means, Visual-inspection equipment characterized by having the means which carries out the class division of the value of the index for [ said / two or more ] inspected in quest of the distinction criteria separated according to said category by unifying things with the near value of this index based on the index value created by this index value creation means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention aims especially the mounting condition of the components centering on the condition of soldering at efficient and objective creation and its optimization of the criterion of a subject of examination (for example, condition of soldering) about the approach and actuation which are inspected according to the appearance in substrate test equipment (for example, level difference lighting type soldering test equipment).

[0002]

[Description of the Prior Art] It goes across the applicable field of visual-inspection equipment variably, and it has various things also about an inspection method. For example, the mounting condition of the electronic parts on the printed circuit board to which densification and diversification are progressing recently, the visual-inspection machine of a soldering joint, etc. are the example.

[0003] At the mounting process of the printed-circuit board used for electronic equipment, in order that the quality of the soldering part which joins the electronic parts carried on the substrate may influence product reliability, improvement in working capacity, automation of the soldering visual inspection aiming at activity quality reservation, and mechanization have become common.

[0004] As an example of such visual-inspection equipment, there is level difference lighting type soldering visual-inspection equipment. Radical Motoshara \*\* is shown in JP,5-21403,B about level difference

lighting type test equipment itself, for example.

[0005] The image of the luminance distribution corresponding to a number of include angles of the light source which are equivalent to the image pick-up equipment installed up at a part for the number of stages of the light source is obtained by this changing the light source installed in the include angle from which plurality differs, and making the light switch on. Here, the data in the solder side of components can be specified by teaching beforehand the components location and land location on a substrate. By comparing two or more image data within the limits of this about the same pixel, the tilt angle on the front face of solder in that pixel is computed.

[0006] The test equipment which inspects the condition of soldering is introduced to JP,4-301549,A, JP,4-346011,A, JP,5-301549,A, JP,6-66528,A, etc. using the image information which changed and obtained such level difference lighting.

[0007] By the way, not only the level difference lighting test equipment explained above but the approach of the criteria creation for distinguishing in some categories which show the mounting condition of inspected components which was being performed conventionally Based on the code data with which the skilled operator was given as mentioned above The description of distribution of a code of appearing in common with components belonging to each category, such as lack of the amount of solder, excess, deficiency, non-solder, and an excellent article, is investigated and examined. Algorithms, such as the approach of choosing a thing with the description and a method distinguished applying several kinds of the description and applying to a screen, were applied. However, even if it was the criterion which carried out in this way and was created, as a result of inspecting according to this, the rate which produces a misjudgment exception may be high. When such, reconsideration of a criterion is required and needed the great effort.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the above creation approaches of a time limits/maintenance check, by the time it algorithm[ mathematization and ]-izes it, using as a criterion the description (namely, code distribution peculiar to each category) which can distinguish inspected components in the suitable category which

shows the condition, much time amount, an effort, and experience will be required, and will serve as a subjective judgment of an operator. The algorithm which compounds how many kinds of those elements not only in one more description, and is judged When (for example, a case so that it can judge if it combines with another criterion although deficiency and the excess of solder are undistinguishable in a certain criterion) is adopted When the sequence of the combination is taken into consideration or how many kinds of characteristic pattern of that category has appeared in coincidence, weighting as priority must be performed to each description value in many cases. A trial experiment estimates in many cases to perform the setup, and time amount and experience are required to make next criterion creation reflect the actually carried-out experimental result.

[0009] It enables it to carry out objective and efficiently evaluation of the index for creating the optimal criterion, in order that this invention may solve the above troubles by using statistical analysis processing, and aims at mitigating the effort which optimization of a criterion takes.

[0010]

[Means for Solving the Problem] According to the index defined beforehand, first, this invention carries out the class division of many inspected objects so that it may be divided into a category (for example, an excellent article, excess of solder, deficiency).

[0011] When an index is not suitable, this class division will lap. That is, the judgment belonging to two or more classes is made to one subject of examination. In this case, an index is changed, a class division is carried out so that it may become according to the category which should be inspected again, and things with a near index value may belong to the same group, and it asks for a discriminant function. The index becomes suitable when the lap of a class is lost. Then, an inspected object is divided into a category according to this index and a discriminant function.

[0012] This invention more specifically forms the image pick-up equipment which picturizes an inspected object. With this image pick-up equipment Incorporate the reflected light for inspected and the code which shows the condition to be examined corresponding to each pixel which constitutes an image to be examined is generated.

Two or more data in which many properties, such as a configuration for inspected and a condition, are shown from this include-angle code, i.e., an index, are created, and the effort which optimization of the index for distinction criteria creation takes to this using a cluster analysis is mitigated.

[0013] Using such a cluster analysis, for [ much ] inspected, an index is evaluated, it collects into the cluster (cluster) for every category for [ which was defined beforehand ] inspected, the index which can separate between categories the optimal is created, and the category which carries out a group respectively about the inspected object of said large number is judged after that based on the index.

[0014] Moreover, in teaching, evaluation of the index using the above cluster analyses as an exception method defines the category for sorting out a subject of examination beforehand, and can be carried out by gathering teaching the sample data of a large number which should belong to each of the category, and its data in a cluster (cluster). The index and discriminant function which can separate between categories the optimal based on this result are created.

[0015] thus -- using the cluster analysis which is one of the multivariate analyses -- statistical -- a lot of data -- a short time -- and it becomes possible to treat objective. For example, when combining two or more kinds of indexes which were stated according to the item of Object of the Invention and creating a criterion, those usefulness can be evaluated in the phase of clustering of sample data.

[0016]

[Embodiment of the Invention] About the soldering test equipment previously explained as an example of this invention, it is explained below at a detail, using level difference lighting type soldering visual-inspection equipment as an example.

[0017] About the example of introduction this invention, the flow of the whole inspection routine is explained using drawing 2 . Although instruction (teaching) of a category is performed in drawing 2 , the teaching mode in general semantics is not formed. That is, the sample itself is a subject of examination, and the sample which is a subject of examination is processed, a criterion is created, and it asks for the inspection result of the sample itself after that. On the other hand, by



the conventional general inspection approach, teaching mode is formed, and the sample data used at this time is a sample to the last, and does not inspect the sample itself.

[0018] In addition, in the example of this invention, a subject of examination is taken as the soldering section of the printed circuit board in which electronic parts were mounted as an example.

[0019] Beforehand, an index is set up before start 111. An index with which the description of each category (for example, an excellent article, excess of solder, deficiency) of an inspection result appears is defined.

[0020] Next, it asks for all code data to be examined. Substrate carrying in, creation 113 of code data. 114 [ next, ] which extracts an index value from the code data of each inspection substrate. Next, 115 which performs instruction (teaching) of a category, and are recording of a sample. In addition, instruction of a category may be before a start. 112 which repeats 113, 114, and 115 until all code data to be examined and index values can be found.

[0021] Next, 116 classified into a cluster. 116, 117, 118 which perform a class division (cluster analysis) of all the inspected substrates that it is going to inspect according to the index defined in said 114 so that things with a near index value may form a group. Since this cluster classification is the main point of this invention, it is later explained to a detail.

[0022] Next, 119 which creates a criterion (extract of a discriminant function). The criterion for carrying out the class division for which it asked in the preceding paragraph is searched for. As a criterion, i.e., an example, it is a discriminant function. A discriminant function is a function which separates sample data based on an index value as shown in the alternate long and short dash line 95 of drawing 8 . In this drawing, 90, 91, and 92 are sample data and X1 and X2 show an index value.

[0023] 120 which asks for the category (that is, inspection result) of said inspected substrate, and judges a category based on the discriminant function for which it asked for the preceding clause.

[0024] Drawing 4 is drawing showing the basic system configuration of level difference lighting type soldering test equipment, 40 is a ring-like illuminator, and, for 40-1, as for the Nakagami stage lighting and 40-3,

upper case lighting and 40-2 are [ the Nakashita stage lighting and 40-4 ] lower-berth lighting systems. For the store with which the stage by the X-Y table to which 41 moves the image pick-up equipment for image inputs, such as a television camera, and the substrate in which 43 carried the inspected components 50, and 44 include the video signal of image pick-up equipment 41, and 45 includes an A-D converter etc., and 46, as for a code generator and 48, lighting switch equipment and 47 are [ a trolley table control unit and 49 ] the recognition processing sections.

[0025] In this test equipment, it has the annular light source 40 which has arranged the point light source to two or more steps centering on the optical axis of image pick-up equipment 41, and light is separately irradiated for every stage to the subject of examination 50 on a substrate. The substrate is carried on X-Y table 43, and it is possible to move into the visual field of an image input unit, and to inspect all subjects of examination. Here, in order to make an understanding easy, radical Motohara \*\* is explained based on drawing 5 . As for the lead section and 61, in this drawing, 50 is [ the solder section and 60 ] lands.

[0026] Although the light irradiated from the light source is reached and reflected in a solder front face etc., as for the light irradiated from the same include angle as everyone knows, the reflective direction changes with differences in the include angle of a reflector. When it puts in another way concretely, the light from whenever [ angle-of-elevation / of the upper case lighting 40-1 ] will be reflected up, when a reflector is a low include angle, and the light from the low include angle of the lower-berth lighting 40-4 will be reflected up at the time of an include angle with the reflector near 45 degrees. The image of the luminance distribution corresponding to a number equivalent to a part for the number of stages of the light source of include angles of the light source will be obtained by the image pick-up equipment installed up by switching the light source installed in return and the include angle from which plurality differs as mentioned above to drawing 4 , and switching it on. Then, the data in the solder side of components can be specified by teaching beforehand the components location and land location on a substrate. By comparing two or more image data within the limits of this about the same pixel, the tilt angle

on the front face of solder in that pixel is computed.

[0027] In this way, the computed include angle is expressed as an include-angle code of 1-8 sequentially from a low include angle.

Drawing 6 and drawing 7 explain this. Drawing 6 is the external view which saw the solder side to be examined from the slanting upper part, and shows further the line of the matrix which shows distinction.

[0028] Drawing 7 shows the include-angle code obtained corresponding to this matrix. In addition, there is no mutual relevance in drawing 6, the matrix number of partitions of drawing 7, and a code. That is, the value of the include-angle code shown in the example of drawing 7 does not show the condition of the example shown in drawing 6. Moreover, the matrix number of partitions is not in agreement.

[0029] In addition, the technique to \*\* which decomposes an image to be examined for every pixel, and gives the code according to the condition of the pixel, i.e., the include angle on the front face of solder, to each pixel is common knowledge as it was expressed previously.

[0030] Usually, the verification mode for performing inspection in-line [usual] to test equipment as a mode of operation and various kinds of parameters with off-line are taught, or there are some which have the teaching mode for extracting the data about it. \*\* and this example explain the verification mode for conducting inspection in-line [usual] so that the description of this invention may become clear like the above-mentioned. A hardware configuration top installs the database 51 (refer to drawing 4) for saving various data.

[0031] Here, the aforementioned index is explained. An index is a variable which shows the description of the object which analyzes in statistics processing. It processes and asks for code data as shown in drawing 7 as an index. For example, n division into equal parts of the whole code matrix is done, and the average of the code of each partition is calculated. Or the core of a code matrix is searched for and it is in quest of the average of the code of this near etc. It is the value drawn by such processing. However, the element (code) of each of matrices may be adopted in a form as it is.

[0032] Hereafter, an index is created concretely, it is optimized and how to perform category distinction is explained to a detail.

[0033] The case where they are distinguished about the object which

consists of a category (for example, an excellent article, deficiency, and excess of solder) which shows three mounting conditions as an example is explained.

[0034] The index which are introduction and data in which the description to be examined is shown is created, and the case where the creation approach is optimized is explained using each drawing.

[0035] The code data of the solder side of inspected components as shown in drawing 7 R> 7 with the method which made reference previously to each part article are created by the code generator 47 of drawing 4 .

[0036] Substrate carrying in, creation 113 of code data. In the recognition processing section 49 from this code data, about dozens of kinds of said indexes are searched for from some kinds. In the following examples, in order to simplify explanation, the number of indexes is set to two. Calculation 114 of an index.

[0037] Here, calculation of this index is explained.

[0038] In the following explanation, as shown in drawing 7 , it divides into two equally in the straight line 82 which shows code data by the dotted line, and a criterion is created by making the average into an index value. That is, two kinds of indexes will be created by dividing into two equally. (If it is n present n kinds of indexes) . In addition, it determines whether a matrix is divided in what kind of location, or a part is carried out in any way by the class of category for which it asks.

[0039] In this example, as the dotted line 82 of drawing 7 shows as an example of two division into equal parts, when dividing code data up and down, the arithmetic mean of the code of the pixel contained about each partition of the divided bottom 80 and the bottom 81 is calculated. Now, the average of the bottom 81 is expressed with variable x2 for the average of a top 80 to x1 and this appearance. Instruction of a category and are recording 115 of a sample are performed.

[0040] Thus, evaluation with the three above-mentioned category excellent articles, deficiency, and excess separable [ with the index value computed and accumulated ] is judged by the cluster 116. Thus, it accumulates for every category which shows the mounting condition which defined the computed average in order to classify as a

judgment result beforehand.

[0041] Next, this cluster analysis is explained to a detail.

[0042] When the data of a sample are now plotted on the two-dimensional flat surface centering on  $x_1$  and  $x_2$ , suppose that it became distribution as shown in drawing 8. This drawing shows distribution of the index values  $X_1$  and  $X_2$  of three sample data. That is, this drawing shows three points, 90, 91, and 92, as a representation point among all data. Next, these points are unified in accordance with the criteria beforehand defined by the technique of a cluster analysis. Here, it shall suppose that the distance of Euclid shown in a formula (1) as these criteria (similarity) is used, and things with the shortest distance shall be combined as the joint approach between data.

[0043] Formula 1 [0044]

[Equation 1]

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ji} - x_{jj'})^2} \quad (1)$$

ただし、 $\{x_{ji}, i = 1, \dots, n \text{ (データ数)},$

$j = 1, \dots, m \text{ (指標数)}\}$

;  $x_{ji}$  : 間隔尺度

[0045] In addition, it considers as what was combined, constructed (aggregate of two or more points), and became :cluster, and the thing which is distance most in the pair of all the points included in \*\*\*\*\* about the integration which others construct (or one point) and which is combined based on the distance of a between although it is short.

[0046] Here, besides the above-mentioned minimum-distance method, this is made into the representation point of the cluster concerned in quest of the center of gravity in each cluster, there are a method of elastic center which defines the distance between this representation point as the distance between clusters, the longest distance method, the group method of averaging, the median method, the ward method, etc. in the approach (the approach of a definition of distance) of association with this group and group that were combined, and each serves as the approach of an original cluster analysis at it. In addition, about the technique of these cluster analyses, and a name, modern

mathematics company 1983 first-edition issue, Yutaka Tanaka and Kazumasa Wakimoto work "a multivariate statistics analysis method" and KYORITSU SHUPPAN 1984 first-edition issue, and Yutaka Tanaka and Tarumizu are explained to \*\*, Kazumasa Wakimoto work "the amount analysis of personal computer statistical analysis handbook II(s)", etc. in detail.

[0047] By this approach, in the example shown in drawing 8 , a point 91 and a point 92 are combined first, and these groups and points 90 are combined continuously.

[0048] Thus, it becomes a tree diagram when distance (similarity) is taken and illustrated on an axis of ordinate, as shows a process until all data are combined to drawing 1 . This drawing is carrying out the case where the number of sample data is seven. Thus, in the example of drawing 1 , three clusters (cluster of points 20 and 21, a point 22, and 23 and 24 and points 25 and 26) are formed to the obtained tree diagram by what is cut with a certain similarity (distance; in this case height) (dotted line 27). Thus, the divided clusters of each serve as a category which shows a mounting condition, i.e., the excellent article of solder, deficiency, and excess.

[0049] Next, an index is adjusted so that, as for between the clusters from which, as for the data contained in the same category as it is shown in drawing 3  $R > 3$ , as a result of performing cluster-analysis processing to the data of the category given like the drawing 2 flow chart as an approach of optimizing a cluster, similarity differs highly (in short distance) as much as possible, similarity may become low as much as possible (in long distance) and it may be combined. In three categories, the excess of solder and a category 31 show an excellent article, and, as for a category 30, a category 32 shows deficiency.

[0050] The example of drawing 3 shows the tree diagram in the case of a measurement size 16. Next, the concrete example of this cluster analysis is explained to a detail. In addition, it supposes that the method of elastic center which compares the center-of-gravity location of the data contained in each cluster as a distance between each cluster as the technique of a cluster analysis of using is used, and the following explanation explains the step of the cluster analysis of the measurement size 16 shown in drawing 3 here.

[0051] Drawing 10 is drawing showing the joint process of subject-of-

examination each sample. Drawing 11 shows each index value to be examined. Drawing 26 shows the step of a correspondence cluster analysis to Euclidean distance from drawing 12 . If a way of speaking is changed, drawing 12 to drawing 26 will be drawing having shown the joint process of a sample in order.

[0052] In drawing 26 , the numeric value of 1 to 16 of an axis of ordinate and an axis of abscissa shows the sample number of a subject-of-examination inspected substrate from drawing 12 .

Moreover, each of each sample is one cluster. The numeric value shown in the column which an axis of ordinate and an axis of abscissa intersect shows the Euclidean distance between each sample.

Euclidean distance indicates that similarity stated previously.

[0053] Here, the value of the distance of drawing 26 is explained from drawing 12 .

[0054] The distance of Euclid for two points is a formula (2).

Formula (2)

[0055]

[Equation 2]

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

[0056] Although it comes out, the distance value in drawing is [0057].

[Equation 3]

$$\sqrt{a}$$

[0058] It omits in the 3rd place of decimal point of the value of \*\* a.

[0059] A sample number 1 and a sample number 5 are unified (distance value 1.01), as shown in drawing 3 , a cluster is made from the 1st step, and this is represented with it by the number of the smaller one so that drawing 12 may show. For this reason, by drawing 13 which is the 2nd step, the value of the Euclidean distance of the item of a sample number 5 is lost by integration of a sample number 5. Next, the location representing the cluster 1 which consists of a sample number 1 and a sample number 5, i.e., both center of gravity, is newly calculated. Thereby, since the location of a cluster changed, the distance of a sample number 1 and other samples is changing.

[0060] Next, a sample number 2 and a sample number 9 are unified with the distance value 0.01, and make a new cluster. Let this be a

cluster 2. By integration of a sample number 9, the value of the Euclidean distance of the item of a sample number 9 is lost in drawing 1414 . Thus, it progresses with drawing 15 and drawing 16 , and a sample number 13 and a sample number 14 are unified in drawing 17 . [0061] Consequently, as shown in drawing 17 , the distance value of a cluster 13 and a sample number 6 serves as the shortest, and both are unified. This is repeated below with drawing 18 , drawing 19 , drawing 20 , drawing 21  $R > 1$ , drawing 22 , drawing 23 , drawing 24 , and drawing 25 , and as finally shown in the 15th step and drawing 26 , a cluster 1 and a cluster 3 are unified with the distance value 30.13. Drawing 10 shows the joint process at this time.

[0062] If it is correctly classified into the obtained category as a result of such a cluster analysis, based on the index at that time, distinction criteria will be created and all samples will be judged based on the criteria. Distinction criteria are a discriminant function (alternate long and short dash line 95) shown in drawing 8 .

Optimization termination 118.

[0063] Here, when the data of a different category are combined mutually, it turns out that an index is unsuitable. That is, if a subject of examination is expressed with the index, as shown in drawing 9 , distribution of the data of each category will overlap. In this case, in two indexes,  $X_1$  and  $X_2$ , it turns out that it cannot distinguish. In this case, it adjusts so that an index may be changed and it may not be in such a condition. The optimization termination 118, No, resetting of an index, calculation 117 of an index value.

[0064] Moreover, when a result which is different from the inspection result investigated beforehand as a result of carrying out a cluster analysis is obtained, and when a mounting condition performs a cluster analysis using the data of a strange substrate, the category for a mounting condition judging adapted to that mounting Rhine can be created by performing a new category division according to this cluster classification.

[0065] Thus, the created index is used for creation of a mounting condition criterion by applying to technique, such as discriminant analysis.

[0066] Moreover, in test equipment, as shown in the verification mode for conducting inspection in-line [ usual ] as a mode of operation, and



the flow chart of drawing 2727 , various kinds of parameters with off-line may be taught, or you may have the teaching mode for extracting the data about it.

[0067] In this invention, an inspection result is obtained in the place which inspected all subjects of examination. However, if the class of substrate used as a subject of examination is the same and a category's is the same, an inspection result can also be calculated only from an index value based on the index value acquired by carrying out such.

[0068] The teaching mode in general semantics is not formed in drawing 2 . That is, the sample itself which created the cluster classification and the criterion is a subject of examination, and the sample which is said subject of examination is processed, a criterion is created, and it asks for the inspection result of the sample itself after that.

[0069] On the other hand, as shown in drawing 27 , teaching Mode S 131 may be formed, the substrate which the inspection result of the components mounted beforehand understands in teaching mode may be inserted, and a cluster and a distinction value may be calculated first.

[0070] The flow chart of drawing 27 is what was shown from teaching mode, calculates the index value of sample data from a cluster classification etc. in teaching mode in this case, and judges the category of a substrate in the verification mode from the comparison with the index value calculated in teaching mode. Although actuation at each step of drawing 27 is as having explained previously, it explains briefly. Substrate carrying in, the extraction 133 of code data, the calculation 134 of a front value, instruction of a category, and the sample are recording 135 are repeated until the charge of a sample becomes optimum dose. The amount of samples is optimum dose 132. Next, by the verification mode, carrying in of a substrate, the extraction 133 of code data, the calculation 134 of an index value, and judgment 135 are performed to the verification mode 150 the optimization termination 138, the creation 139 of a criterion, and after that after the cluster classification 136, resetting of an index, and the calculation 137 of an index value.

[0071] Although the example which used the level difference lighting

system was explained in the above example in order to obtain the include-angle code data on the front face of solder. If the condition is known very much, even if the condition of the front face of solder will not be based on such a level difference lighting system not as well as an include angle but as well as not being include-angle data. If it is data which the situation of a solder side understands, it is clear from the explanation that you may be equipment using illuminators according to color, such as the usual illuminator, or R, G, B.

[0072] Furthermore, this invention can begin visual inspection, and can use it for the equipment which divides this for every class or category based on the data obtained by the sensor, and a subject of examination is not restricted to a solder side. It cannot be overemphasized that it is used for the check of chips other than inspection of a solder side (for example, IC) etc. as it is.

[0073]

[Effect of the Invention] Since evaluation by a lot of data based on statistics processing can be performed, and the distribution situation (similarity) of each sample data is evaluated about the index creation for performing the judgment according to the mounting condition to inspected components by using the technique of this invention (it classifying into a category) and it appears, optimization of an index becomes easy, it unites and reduction of costs can be expected. Moreover, in test equipment, although a misjudgment exception may be produced by modification of the condition of mounting Rhine etc., in order to lessen this rate, also when the index optimizes, the same thing can be said.

[0074] Moreover, like the example shown in the example, not only like the approach of dividing code data but like before, since it can evaluate before actually including in an inspection algorithm also about evaluation of the index created based on experience of an operator, reduction of rating can be aimed at.

[0075] Moreover, the index concerned is unsuitable when between each category is not separated by the case where the sample data whose mounting condition is known is used for example. or it cannot classify according to the data from the first -- etc. -- it becomes a decision ingredient.

[0076] Furthermore, it is also possible to create the new

categorization which followed the formed cluster by examining the condition of a cluster that the mounting condition was formed using the data of a strange substrate (that is, creation of the category adapted to a mounting condition).

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-229644

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24			G 0 1 B 11/24	K
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	A
				J
H 0 5 K 3/34	5 1 2		H 0 5 K 3/34	5 1 2 B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21)出願番号 特願平8-33684

(22)出願日 平成8年(1996)2月21日

(71)出願人 000005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72)発明者 住吉 正紀

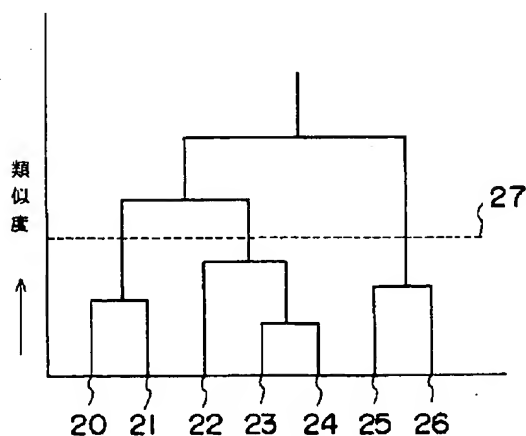
東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式  
会社小金井工場内

(54)【発明の名称】 外観検査方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 実装部品の状態を判定するためには、各カテゴリーごとのデータを集めた上で、判定基準となる特徴値(指標)を抽出し、実際の判定基準を作成する必要がある。この作業を統計処理を用いて行うことにより、大量のデータに基づいた判定基準を短期間に作成できるようにし、あわせて指標の最適化を効率よく行うことを目的とする。

【解決手段】 検査装置により得られるコードデータを用いて指標を作成し、同一クラスタ内では類似度が高くなるようにつ、異なるクラスタ間では類似度が低くなるようクラスタ分析を行うことで、当該指標の有効性を検討する。これにより指標の最適化を図る。また、このようにして作成された指標は、判別分析の指標として用い、良否判定の判定基準とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、被検査対象の状態を示す予め決められたカテゴリに従い被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

前記被検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、

該コードより前記被検査対象の状態を示す複数個の前記指標の値を求め、

該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、前記カテゴリ間を分離する判別基準を求め、該判別基準により被検査対象の外観を検査することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項2】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、予め決められた検査対象の状態を示すカテゴリに従い、被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

前記検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、該コードより前記被検査対象の状態を示す複数個の前記指標の値を求め、前記被検査対象の該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、クラスタ樹形を形成し、該クラスタ樹形に基づき、前記カテゴリ間を分離する判別基準を求めることにより前記クラスタ樹形を形成した被検査対象の外観を検査することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項3】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、予め検査結果のカテゴリが分かっている検査対象と、該検査対象を選別するためのカテゴリに従い、被検査対象を当該カテゴリの各々に分別するための指標を予め設定し、

予め検査結果のカテゴリが分かっている検査対象の画像を構成する各画素毎に検査対象の状態を示すコードを生成し、該コードより前記被検査対象の状態を示す複数個の前記指標の値を求め判定基準とし、

前記被検査対象の該指標の値が近いものを統合してクラス分けすることにより、クラスタ樹形を形成し、該クラスタ樹形に基づき、前記カテゴリ間を完全に分離されるまで指標を変更することにより、前記判定基準を最適化することを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項4】請求項1項、または2項、または3項記載のクラスタにより、予め定めた前記検査結果のカテゴリ以外の結果が生じた場合に、前記クラスタにより新たなカテゴリを作成するようにしたことを特徴とする外

観検査装置の外観検査方法。

【請求項5】請求項1項、または2項、または3項記載のクラスタにより、予め定めた前記検査結果のカテゴリに判別できない場合に、これらを前記クラスタにより同一のカテゴリとするようにしたことを特徴とする外観検査装置の外観検査方法。

【請求項6】被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の画像を取り込み、該画像により前記被検査対象の外観を検査する装置において、被検査基板の検査対象面に対面する空間に設けた撮像装置と、

該撮像装置の中心に環状に複数段配置した光源と、該光源による照明を各段毎に切り換えて検査対象面に向け照射し、前記撮像装置により検査対象面の反射光を取り込み、その輝度比により前記被検査基板の検査対象表面の角度に対応する角度コードデータを各画素毎に生成する角度コードデータ生成手段と、

該角度コードデータ生成手段からの各画素毎の角度コードデータより検査対象表面の状態を示す指標の値を作成する指標値作成手段と、

該指標値作成手段により作成された指標値を基にして該指標の値の近いもの同士を統合することにより、前記複数個の被検査対象の指標の値を前記カテゴリ別に分離する判別基準を求めクラス分けする手段とを有することを特徴とする外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、はんだ付けの状態を中心とする部品の実装状態をその外観によって検査する方法と操作に関するもので、特に、基板検査装置（たとえば段差照明式はんだ付け検査装置）において、検査対象（例えば、はんだ付けの状態）の判定基準の効率的かつ客観的な作成及びその最適化を目的とするものである。

【0002】

【従来の技術】外観検査装置の応用分野は多岐に渡り、また検査方式についても多様なものがある。例えば最近高密度化、多様化が進展しているプリント基板上の電子部品の実装状態や、はんだ付け接合部の外観検査機などもその例である。

【0003】電子機器に使用されるプリント配線基板の実装工程では、基板上に搭載された電子部品を接合するはんだ付け部分の良否が製品信頼性を左右するため、作業能率の向上や作業品質確保を目的とした、はんだ付け外観検査の自動化、機械化が一般化している。

【0004】このような外観検査装置の一例として、段差照明式はんだ付け外観検査装置がある。段差照明式検査装置そのものについては、例えば、基本原理が特公平5-21403に示されている。

【0005】これは、複数の異なる角度に設置された光

源を切り替えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置に、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られる。ここで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより、部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0006】このような段差照明を切り替えて得た画像情報を用いて、はんだ付けの状態を検査する検査装置は例えば、特開平4-301549、特開平4-346011、特開平5-301549、特開平6-66528等に紹介されている。

【0007】ところで、以上説明した段差照明検査装置に限らず、従来行っていた、被検査部品の実装状態を示すいくつかのカテゴリーに判別するための基準作成の方法は、熟練した作業者が上述のようにして与えられたコードデータをもとに、はんだ量の不足、過多、欠品、未はんだ、良品等、各々のカテゴリーに属する部品に共通して現れるコードの分布の特徴を調査・検討し、その特徴があるものを選択する方法や、その特徴を何種類か適用し、ふるいにかけて判別する方式などのアルゴリズムを適用していた。ところが、このようにして作成した判定基準であっても、これに従って検査を行った結果、誤判別を生じる割合が高い場合がある。このようなときなど判定基準の再考が必要であり、多大な労力を必要とした。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述のような検査基準の作成方法では、被検査部品をその状態を示す適切なカテゴリーに、判別することが可能である特徴（すなわち、各カテゴリー特有のコード分布）を判定基準として数式化・アルゴリズム化するまでには、多くの時間と労力そして経験が必要であり、作業者の主観的な判定となる。さらに一つの特徴だけでなく、何種類かの要素を複合して判定するアルゴリズム（例えば、欠品とはんだ過多をある判定基準では区別できないが、別の判定基準と組み合わせれば判定できるような場合）を採用した場合には、その組み合わせの順序を考慮したり、同時に何種類かのカテゴリーの特徴的なパターンが現れている場合には、各々の特徴値に対して優先順位としての重み付けを行わなければならない場合が多い。その設定を行うには試行実験により評価を行う場合も多く、実際に実施した実験結果を次回の判定基準作成に反映させるには時間と経験を要する。

【0009】本発明は前述のような問題点を解決するために、最適な判定基準を作成するための指標の評価を、統計解析処理を用いることで客観的・効率的に実施できるようにし、判定基準の最適化に要する労力を軽減することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は予め定めた指標に従い、初めに、多数個の被検査対象をカテゴリー（例えば、良品、半田過多、欠品）に分かれるようにクラス分けする。

【0011】指標が適切でない場合にはこのクラス分けが重なってしまう。つまり、1つの検査対象に対し、複数のクラスに属する判定がなされる。この場合には指標を変更し、再度検査すべきカテゴリー別になるように指標値の近いもの同士が同じグループに属するようにクラス分けをし、判別関数を求める。クラスの重なりがなくなったとき、その指標は適切となる。その後、この指標、判別関数に従い、被検査対象をカテゴリーに分けるようにしたものである。

【0012】より具体的には、本発明は被検査対象を撮像する撮像装置を設け、該撮像装置により、被検査対象の反射光を取り込み、検査対象の画像を構成する各画素に対応した検査対象の状態を示すコードを生成し、この角度コードより被検査対象の形状、状態等の諸特性を示す複数個のデータ、すなわち指標を作成し、これによりクラスタ分析を用いて判別基準作成のための指標の最適化に要する労力の軽減を行うものである。

【0013】このようなクラスタ分析を用いて、多数の被検査対象により、指標の評価を行い、あらかじめ定めた被検査対象のカテゴリー毎のクラスタ（集落）にまとめていき、カテゴリー間を最適に分離できる指標を作成し、その後、その指標に基づき、前記多数の被検査対象について、各々属するカテゴリーを判定する。

【0014】また、別法として、前述のようなクラスタ分析を用いての指標の評価は、ティーチングにおいて、あらかじめ検査対象を選別するためのカテゴリーを定め、その一つ一つのカテゴリーに属するべき多数のサンプルデータを教示していくことにより、そしてそのデータをクラスタ（集落）にまとめていくことで実施できる。この結果を基にカテゴリー間を最適に分離できる指標、判別関数を作成する。

【0015】このように、多変量解析の一つであるクラスタ分析を用いることにより、統計学的に大量のデータを短時間にかつ客観的に扱うことが可能となる。例えば、発明が解決しようとする課題の項目で述べたような、複数種類の指標を結合して判定基準の作成を行う場合には、サンプルデータのクラスタ化の段階で、それらの有用性が評価できる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施例として先に説明したはんだ付け検査装置について、段差照明式はんだ付け外観検査装置を例として以下に詳細に説明する。

【0017】初めに本発明の実施例について、検査手順全体の流れを図2を用いて説明する。図2ではカテゴリーの教示（ティーチング）は行うが、一般的な意味で

のティーチングモードを設けていない。つまり、サンプルそのものが検査対象であり、検査対象であるサンプルを処理し、判定基準を作成しその後そのサンプル自体の検査結果を求めるものである。これに対し、従来の一般的な検査方法ではティーチングモードを設け、このときに使用するサンプルデータはあくまでもサンプルであり、サンプルそのものを検査するものではない。

【0018】なお、本発明の実施例では検査対象は一例として、電子部品が実装されたプリント基板のはんだ付け部とする。

【0019】予め、スタート111の前に指標の設定を行う。検査結果の各カテゴリー（例えば、良品、半田過多、欠品）の特徴が現れるような指標を定めておく。

【0020】つぎに、すべての検査対象のコードデータを求める。基板搬入、コードデータの作成113。次に、検査基板各々のコードデータから指標値を抽出する114。次にカテゴリーの教示（ティーチング）とサンプルの蓄積を行う115。なお、カテゴリーの教示はスタート前であってもよい。113、114、115をすべての検査対象のコードデータ、指標値が求まるまで繰り返す112。

【0021】次にクラスタに分類する116。前記114にて定めた指標に従い、指標値に近いもの同士がグループを形成するように検査しようとする被検査基板全てのクラス分け（クラスタ分析）を行う116、117、118。このクラスタ分類は本発明の要点であるため、後に詳細に説明する。

【0022】次に、判定基準（判別関数の抽出）を作成する119。前段で求めたクラス分けをするための判定基準を求める。判定基準とは、すなわち、一例として、判別関数である。判別関数とは図8の一点鎖線95に示すような、指標値に基づきサンプルデータを分離する関数である。同図において、90、91、92はサンプルデータで、X1、X2は指標値を示す。

【0023】前項にて求めた判別関数に基づき、前記被検査基板のカテゴリー（つまり検査結果）を求め、カテゴリーを判定する120。

【0024】図4は段差照明式はんだ付け検査装置の基本システム構成を示す図で、40はリング状の照明器で、40-1は上段照明、40-2は中上段照明、40-3は中下段照明、40-4は下段照明装置である。41はテレビカメラ等の映像入力用の撮像装置、43は被検査部品50を搭載した基板を移動するX-Yテーブルによるステージ、44は撮像装置41の映像信号、45はA/D変換器等を含む記憶装置、46は照明切り換え装置、47はコード生成部、48は移動テーブル制御装置、49は認識処理部である。

【0025】同検査装置においては、撮像装置41の光軸を中心にして複数段に点光源を配置した環状の光源40を有し、基板上の検査対象50に対して各段毎に別個

に光を照射する。基板はX-Yテーブル43上に搭載されており、全検査対象を映像入力装置の視野内に移動し検査することが可能となっている。ここで、理解を容易にするために、図5に基づき基本原理を説明する。同図において、50はリード部、61ははんだ部、60はランド部である。

【0026】光源より照射された光は、はんだ表面等に到達し反射されるが、周知のように同一の角度から照射された光は、反射面の角度の違いによりその反射方向が異なってくる。具体的に換言すると、上段照明40-1の高角度からの光は反射面が低い角度のときに上方に反射され、下段照明40-4の低角度からの光は反射面が45°に近い角度のときに上方に反射されることになる。図4に戻り、前述のように複数の異なる角度に設置された光源を切り換えて点灯させることにより、上方に設置された撮像装置には、光源の段数分に相当する数の、光源の角度に対応した輝度分布の画像が得られることになる。そこで、基板上の部品位置及びランド位置をあらかじめ教示しておくことにより部品のはんだ面でのデータを特定することができる。この範囲内の複数の画像データを同一の画素について比較することにより、その画素におけるはんだ表面の傾斜角を算出する。

【0027】こうして算出された角度を低角度から順に例えば1から8の角度コードとして表現する。これを説明するのが図6と図7である。図6は検査対象のはんだ面を斜め上方からみた外観図で、更に、区別を示すマトリクスの線を示している。

【0028】図7はこのマトリクスに対応して得られた角度コードを示す。なお、図6と図7のマトリクス分割数とコードには相互の関連性はない。すなわち、図7の例で示す角度コードの値は、図6に示す例の状態を示すものではない。また、マトリクス分割数は一致していない。

【0029】なお、検査対象の映像を画素毎に分解し、各画素にその画素の状態、すなわちはんだ表面の角度に応じたコードを付するまでの技術は先に述べたとおり、周知である。

【0030】通常、検査装置には動作モードとして、通常のインラインでの検査を行うための検査モードと、オフラインで各種のパラメータを教示したり、それに関するデータを採取するためのティーチングモードを有しているものがある。が、本実施例では、前述のごとく、本発明の特徴が明確になるように通常のインラインでの検査を行うための検査モードについて説明する。ハードウェア構成上は各種データを保存するためのデータベース51（図4参照）を設置する。

【0031】ここで、前記の指標について説明する。指標は統計処理において解析を行う対象の特徴を示している変数である。指標としては図7に示すようなコードデータを加工し、求めるものである。例えばコードマト

リクス全体をn等分し、各区画のコードの平均値を計算する。あるいは、コードマトリクスの中心を求め、この近傍のコードの平均値を求めるなどである。このような処理により導き出した値である。ただし、マトリクスの一つ一つの要素(コード)をそのままの形で採用したものであってもよい。

【0032】以下、具体的に指標を作成し、それを最適化し、カテゴリー判別を行う方法について詳細に説明する。

【0033】一例として、3つの実装状態を示すカテゴリー(例えば良品と欠品およびはんだ過多)からなる対象についてそれらを判別する場合について説明する。

【0034】初めに、検査対象の特徴を示すデータである指標を作成し、その作成方法の最適化を行う場合について各図を用いて説明する。

【0035】各部品に対して先に言及した方式により図7に示すような被検査部品のはんだ面のコードデータを、図4のコード生成部47で作成する。

【0036】基板搬入、コードデータの作成113。このコードデータから認識処理部49において、前記指標を数種類から数十種類程度求める。以下の実施例では説明を簡単にするため、指標の数は2つとする。指標の算出114。

【0037】ここで、この指標の算出について説明する。

【0038】以下の説明においては、図7に示すようにコードデータを点線で示す直線82で2等分し、その平均値を指標値として判定基準を作成する。つまり、2等分することにより2種類の指標が作成されることになる。(n当分であればn種類の指標)。なお、どのよう  
な位置でマトリクスを分割するか、あるいは何等分する\*

\*かは求めるカテゴリーの種類により、決定する。

【0039】この実施例では2等分の例として図7の点線82で示すようにコードデータを上下に分割する場合、分割された上側80及び下側81の各区画について含まれる画素のコードの算術平均を計算する。今、上側80の平均値をx1、同様に下側81の平均値を変数x2で表す。カテゴリーの教示、サンプルの蓄積115を行う。

【0040】このようにして算出・蓄積された指標値により、前述の3つのカテゴリー良品、欠品、過多が分離できるかどうかの評価をクラスタ116により判断する。このようにして算出された平均値を、あらかじめ判定結果として分類するために定めた実装状態を示すカテゴリー毎に蓄積していく。

【0041】次にこのクラスタ分析について詳細に説明する。

【0042】いま、サンプルのデータをx1、x2を軸とする2次元平面上にプロットした場合、図8に示すような分布になったとする。同図は3つのサンプルデータの指標値X1、X2の分布を示すものである。つまり、同図では全てのデータのうち、代表点として90、91、92の3点を示している。次にこれらの点を、クラスタ分析の手法によりあらかじめ定めた基準に従って統合していく。ここでは、この基準(類似度)として式(1)に示すユークリッドの距離を用いることとし、データ間の結合方法として最も距離の短いもの同士を結合していくものとする。

【0043】式1

【0044】

【数1】

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ji} - x_{ji'})^2} \quad (1)$$

ただし、{x<sub>ji</sub>, i = 1, ..., n (データ数),

j = 1, ..., m (指標数)}

: x<sub>ji</sub>: 間隔尺度

【0045】なお、結合されて組み(複数の点の集合体): クラスタとなったものと、他の組み(あるいは1つの点)との統合については、各組みに含まれる全ての点の対の中で最も距離の短いものの間の距離に基づいて結合するものとする。

【0046】ここで、この結合された組と組との結合の方法(距離の定義の方法)には、上述の最短距離法以外にも、各クラスタ内の重心を求めてこれを当該クラスタの代表点とし、この代表点間の距離をクラスタ間の距離と定義する重心法や、最長距離法、群平均法、メジアン

法、ウォード法等があり、それぞれが独自のクラスタ分析の方法となっている。なお、これらのクラスタ分析の手法、及び名称については、現代数学社1983年初版発行、田中豊・脇本和昌著「多変量統計解析法」、及び、共立出版1984年初版発行、田中豊・垂水共介・脇本和昌著「パソコン統計解析ハンドブックII量解析」等に詳しく説明されている。

【0047】この方法では、図8に示す例においては、まず点91と点92が結合され、続いてこれらの組と点90とが結合される。



9

【0048】このようにして全てのデータが結合されるまでの過程を、縦軸に距離（類似度）をとって図示すると図1に示すような樹形図になる。同図はサンプルデータが7つの場合をしている。このようにして得られた樹形図に対して、ある類似度（距離：この場合には高さ）で切る（点線27）ことで、図1の例では3つのクラス（点20と21、点22と23及び24、点25と26のクラス）が形成される。このようにして分けられたクラスが、実装状態、つまり、はんだの良品、欠品、過多を示すカテゴリーとなる。

【0049】次に、クラスターの最適化を行う方法としては、図2フローチャートのように、与えられたカテゴリーのデータに対してクラスター分析処理を行った結果、図3に示すように、同一のカテゴリーに含まれるデータはできるだけ類似度が高く（短い距離で）、異なるクラスター間ではできるだけ類似度が低くなる（長い距離で）結合されるように指標の調整を行う。3つのカテゴリーは、カテゴリー30ははんだ過多、カテゴリー31は良品、カテゴリー32は欠品を示す。

【0050】図3の例ではサンプル数16の場合の樹形図を示している。次に、このクラスター分析の具体的な例について詳細に説明する。なお、ここで、用いるクラスター分析の手法としては、各クラスター間の距離として、各々のクラスター内に含まれるデータの重心位置を比較する重心法を用いることとし、以下の説明は図3に示したサンプル数16のクラスター分析のステップについて説明する。

【0051】図10は検査対象各サンプルの結合過程を示す図である。図11は各検査対象の指標値を示したものである。図12から図26はユークリッド距離に対応するクラスター分析のステップを示すものである。言い方を変えれば、図12から図26はサンプルの結合過程を順に示した図である。

【0052】図12から図26において、縦軸と横軸の1から16の数値は検査対象被検査基板のサンプル番号を示す。また、各サンプルはそれぞれが1つのクラスターである。縦軸と横軸の交差する欄に示される数値は各サンプル相互間のユークリッド距離を示す。先に述べたようにユークリッド距離は類似度を示す。

【0053】ここで、図12から図26の距離の値について説明する。

【0054】2点間のユークリッドの距離は式（2）式（2）

【0055】

【数2】

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

【0056】であるが、図中の距離値は

【0057】

【数3】

10

 $\sqrt{a}$ 

【0058】のaの値の小数点第3位で切捨てたものである。

【0059】図12から分かるように、第1ステップでは、サンプル番号1とサンプル番号5を統合（距離値1.01）し、図3に示すようクラスターを作り、小さいほうの番号でこれを代表する。このため、サンプル番号5の統合により第2ステップである図13ではサンプル番号5の項目のユークリッド距離の値がなくなっている。次に、サンプル番号1とサンプル番号5で構成されるクラスター1を代表する位置、つまり、両者の重心が新たに計算される。これにより、クラスターの位置が変化するため、サンプル番号1とその他のサンプルとの距離が変化している。

【0060】次にサンプル番号2とサンプル番号9とが距離値0.01で統合され新たなクラスターを作る。これをクラスター2とする。サンプル番号9の統合により、図14ではサンプル番号9の項目のユークリッド距離の値がなくなっている。このようにして、図15、図16と進み、図17ではサンプル番号13とサンプル番号14が統合される。

【0061】その結果、図17に示すように、クラスター13とサンプル番号6の距離値が最短となり、両者が統合される。以下これを図18、図19、図20、図21、図22、図23、図24、図25と繰り返し、最後に第15ステップ、図26、に示すように、クラスター1とクラスター3とが距離値30.13で統合される。このときの結合過程を示すのが図10である。

【0062】このようなクラスター分析の結果、得られたカテゴリーに正確に分類されれば、その時の指標を基に、判別基準を作成し、その基準に基づき、全サンプルの判定を行う。判別基準はたとえば図8に示す判別関数（一点鎖線95）である。最適化終了118。

【0063】ここで、異なるカテゴリーのデータが相互に結合される場合には、指標が不適切であることが分かる。つまり、その指標で検査対象を表すと図9に示すように各カテゴリーのデータの分布が重なり合ってしまう。この場合、X1、X2の2つの指標では判別できないことが分かる。この場合には、指標の変更を行いこのような状態にならないように調整する。最適化終了118、No、指標の再設定、指標値の算出117。

【0064】また、クラスター分析を実施した結果、あらかじめ調査した検査結果と異なる結果が得られた場合及び、実装状態が未知である基板のデータを用いてクラスター分析を行った場合には、このクラスター分類に従って新たなカテゴリー分けを行うことで、その実装ラインに即した実装状態判定用のカテゴリーを作成できる。

【0065】このようにして作成された指標は、判別分析などの手法に適用することで実装状態判定基準の作成

に用いる。

【0066】また、検査装置には動作モードとして、通常のインラインでの検査を行うための検査モードと、図27のフローチャートに示すよう、オフラインで各種のパラメータを教示したり、それに関するデータを採取するためのティーチングモードを有していてもよい。

【0067】本発明では検査対象をすべて検査したところで検査結果が得られる。しかし、検査対象となる基板の種類が同じで、カテゴリも同じであれば、このようして得られた指標値をもとに、指標値のみから検査結果を求めることもできる。

【0068】図2では一般的な意味でのティーチングモードを設けていない。つまり、クラスタ分類、判定基準を作成したサンプルそのものが検査対象であり、前記検査対象であるサンプルを処理し、判定基準を作成し、その後そのサンプル自体の検査結果を求めるものである。

【0069】これに対し、図27に示すよう、ティーチングモードS131を設けて、ティーチングモードにおいて、あらかじめ実装されている部品の検査結果が分かっている基板を挿入し、クラスタ、判別値を先に求めてもよい。

【0070】図27のフローチャートは、ティーチングモードから示したもので、この場合はティーチングモードでクラスタ分類等よりサンプルデータの指標値を求め、検査モードではティーチングモードで求めた指標値との比較から基板のカテゴリを判定するものである。図27の各ステップでの動作は先に説明したとおりであるが、簡単に説明する。基板搬入、コードデータの採取133、表値の算出134、カテゴリの教示、サンプル蓄積135をサンプル料が適量になるまで繰り返す。サンプル量が適量132。次にクラスタ分類136、指標の再設定、指標値の算出137の後、最適化終了138、判定基準の作成139、その後検査モード150へ、検査モードでは基板の搬入、コードデータの採取133、指標値の算出134、判定135を行う。

【0071】以上の実施例では、はんだ表面の角度コードデータを得るために段差照明装置を用いた例を説明したが、はんだの表面の状態は角度でなくともその状態が分かれば、角度データでなくともよいことはもちろん、このような段差照明装置によらなくても、はんだ面の状況が分かるデータであれば、通常の照明器あるいはR、G、B等の色別照明器を用いた装置であってもよいことは、その説明から明らかである。

【0072】さらに、本発明は、外観検査をはじめ、センサにより得られたデータに基づきこれをクラス、あるいはカテゴリ毎に分ける装置に用いることができ、検査対象は、はんだ面に限られるものではない。はんだ面の検査以外の、例えばICやチップ部品のチェックなどにも、そのまま用いられることは言うまでもない。

【0073】

【発明の効果】本発明の手法を用いることにより、被検査部品に対してその実装状態に応じた判定を行う（カテゴリに分類する）ための指標作成に関して、統計処理に基づいた大量のデータによる評価が行え、また各サンプルデータの分布状況（類似度）が数値化されて表れるため、指標の最適化が容易になり、あわせて費用の低減が期待できる。また、検査装置においては、実装ラインの状態の変更などにより誤判別を生じる場合があるが、この割合を少なくするため指標の最適化していく場合にも同様のことが言える。

【0074】また、実施例で示した例のように、コードデータを分割するという方法のみではなく、従来のように、作業者の経験に基づいて作成された指標の評価についても実際に検査アルゴリズムに組み込む前に評価が行えるため、作業量の低減が図れる。

【0075】また、例えば、実装状態が既知であるサンプルデータを用いた場合で、各カテゴリ間が分離されなかった場合には、当該指標が不適当である。あるいはもととそのデータでは分類不可能である、などの判断材料となる。

【0076】さらには、実装状態が未知の基板のデータを用いて形成されたクラスタの状態を検討することで、形成されたクラスタに従った新たなカテゴリ分類を作成（つまり実装状態に即したカテゴリの作成）を行うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のフローチャート

【図2】本発明の実施例のクラスタ分析による分類の概念図

【図3】本発明の実施例の最適化されたクラスタの状態図

【図4】段差照明検査機の構成図

【図5】段差照明検査機の原理説明図

【図6】段差照明検査機におけるマトリクス構成図

【図7】段差照明検査機におけるコード分布図

【図8】本発明の実施例のサンプルデータの結合方法説明図

【図9】本発明の実施例のサンプルデータ群の状態図

【図10】本発明の実施例を示す検査対象各サンプルの結合過程を示す図

【図11】本発明の実施例を示す各検査対象の指標値を示した図

【図12】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図13】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図14】本発明の実施例におけるユークリッド距離に対応クラスタ分析のステップを示す図

【図15】本発明の実施例におけるユークリッド距離に

対応クラスタ分析のステップを示す図

【図16】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図17】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図18】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図19】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図20】本発明の実施例におけるユークリッド距離に 10  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図21】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図22】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

\*

【図23】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図24】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図25】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

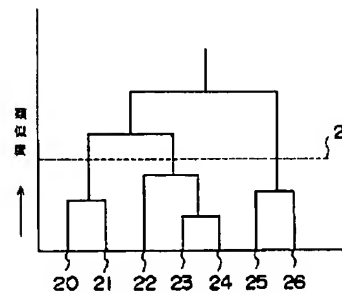
【図26】本発明の実施例におけるユークリッド距離に  
対応クラスタ分析のステップを示す図

【図27】本発明の実施例におけるフローチャート

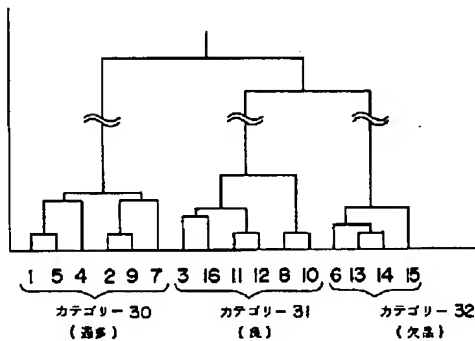
【符号の説明】

1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、1  
2、13、14、15、16、20、21、22、2  
3、24、25、26 サンプルデータ、27類似度、  
30、31、32 カテゴリー、40 光源群、41  
撮像装置、50 検査対象

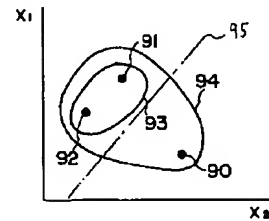
【図1】



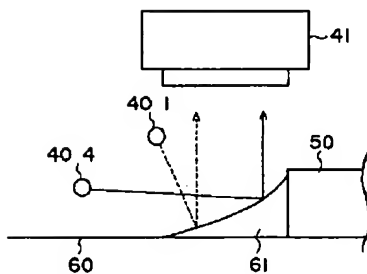
【図3】



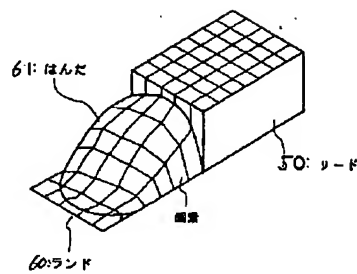
【図8】



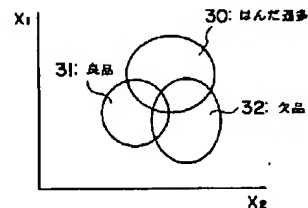
【図5】



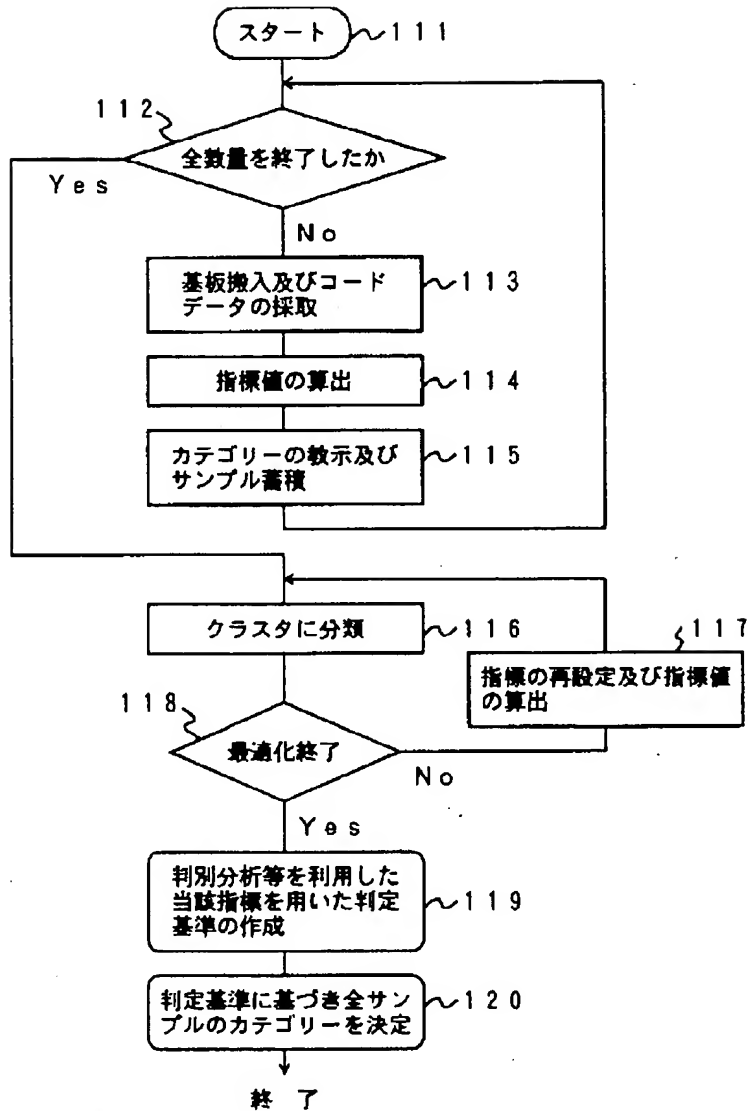
【図6】



【図9】



【図2】



【図11】

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	2.3	2.2
2	2.5	2.4
3	5.3	5.6
4	2.3	2.4
5	2.2	2.2
6	7.5	7.3
7	2.5	2.6
8	5.8	5.6
9	2.6	2.4
10	5.8	5.5
11	5.5	5.4
12	5.5	5.3
13	7.4	7.2
14	7.5	7.2
15	7.6	7.4
16	5.4	5.5

【図10】

ステップ	サンプル or クラスタ	距離値
(1)	対象: 1 - 対象: 5	0.0100
(2)	対象: 2 - 対象: 9	0.0100
(3)	対象: 8 - 対象: 10	0.0100
(4)	対象: 11 - 対象: 12	0.0100
(5)	対象: 13 - 対象: 14	0.0100
(6)	対象: 6 - 対象: 13	0.0125
(7)	対象: 3 - 対象: 16	0.0200
(8)	対象: 2 - 対象: 7	0.0425
(9)	対象: 1 - 対象: 4	0.0425
(10)	対象: 6 - 対象: 15	0.0456
(11)	対象: 3 - 対象: 11	0.0625
(12)	対象: 1 - 対象: 2	0.1111
(13)	対象: 3 - 対象: 8	0.1506
(14)	対象: 3 - 対象: 6	7.0126
(15)	対象: 1 - 対象: 3	30.1393

The block diagram illustrates the system architecture. A mobile robot (43) is equipped with a camera (41) and a sensor (50). The camera (41) outputs image data (44) to a memory device (45). The memory device (45) outputs data to a code generation unit (47). The code generation unit (47) outputs data to a recognition processing unit (49). The recognition processing unit (49) outputs data to a database (51). The recognition processing unit (49) also outputs control signals (48) to a lighting switching unit (46) and a mobile table control unit (48). The lighting switching unit (46) controls the lighting of the sensor (50). The mobile table control unit (48) controls the movement of the mobile table (43). The sensor (50) outputs data to the recognition processing unit (49). The mobile table (43) is shown with a camera (41) and a sensor (50) mounted on it. The sensor (50) is shown with four horizontal bars (40-1, 40-2, 40-3, 40-4) representing the sensor's field of view. The sensor (50) is shown with a camera (41) and a sensor (50) mounted on it. The sensor (50) is shown with a camera (41) and a sensor (50) mounted on it.

$\left. \begin{array}{l} 45555555555555555555 \\ 13455775555555555555 \\ 44555785555555555555 \\ 55557755855555555555 \\ 55577755675555555555 \\ 57578655555555555555 \\ 77777555855555555555 \\ 77775455444555555555 \\ 77774444114455555555 \\ 77774454114555555555 \end{array} \right\} \times_1 \sim 80$

---

$\left. \begin{array}{l} 777745544455544355 \\ 77775555555555555555 \\ 77777555555555555555 \\ 57777665555555555555 \\ 55677655765555555555 \\ 55567755855555555555 \\ 55556755555555744455 \\ 44555776565555555555 \\ 44555776565555555555 \\ 55555775555555555555 \end{array} \right\} \times_2 \sim 81$

82



[illegible][illegible]





特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

特開平9-229644

[illegible][illegible]

(18)

特開平9-229644

【圖 26】

[illegible]

【図27】

